

燃料電池用薄膜の簡易型特性試験装置の作製及び発電特性

○赤峰修一¹ 金澤誠司²

大分大学工学部 技術部¹, 大分大学工学部 電気電子工学科²

1. はじめに

新しいエネルギー源として様々な研究が行われている燃料電池は、天然ガス、メタノールなどの燃料の化学エネルギーを直接かつ高効率で電気エネルギーに変換でき、大気汚染物質をほとんど出さないクリーンエネルギーである。その中でも固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は構成要素がすべて固体で、燃料の制約が少なく、変換効率が最も高いなどの利点がある。一方、高温で作動する SOFC の研究においては、汎用の試験装置がなく、それぞれの研究者が工夫して評価装置を作製している。

今回、作製したセルの評価装置への装着や結線が容易にできて、高温ガス雰囲気中で安定した電气的特性が測定できる簡易型特性試験装置を考案し、その試作を行った。一般的に SOFC は燃料と酸素がそれぞれ分離して供給されるが、本研究ではこの構造の複雑さを取り除くために、メタンと空気の混合ガスを供給し、燃料を電極上で改質のうへ、利用できる単室構造 (SC-SOFC) を採用した。また、試作した特性評価装置を用いて、SOFC の発電特性に対する温度依存性などを調べたので報告する。

2. 特性試験装置の構造と発電特性評価システム

実験装置の写真を Fig.1 に示す。装置は、電気管状炉 (Max. 1200°C) に石英管 (ϕ 30mm, L500mm) を装着し、ガス供給と加熱を行う方式をとる。電気管状炉は上蓋を開閉することで石英管の装着が簡単にできると共に、試料の装着状態を確認できる構造となっている。石英管の両サイドには金属材料を使用して、ガス導入口、ガス排出口及び電気信号の取り出し口となるフランジを機械加工で作製した。ガス漏れが無いように石英管とフランジの間には耐熱 0 リングを片側 2 個使用している。石英管内部には、セラミック管 (ϕ 15mm, L300mm) を加工して、試料の固定と電極の取出しが簡単にできるように、基板サポートを作製し、電気炉中央の石英管内部に設置した。Fig. 2 に発電特性評価システムの概要を示す。電気管状炉、熱電対、温度コントローラ、ガスボンベ 2 本 (乾燥空気 [窒素:酸素=4:1]、メタンガス)、流量計 2 個、電気特性測定用のポテンショガルバノスタット、そしてその制御用 PC で構成されている。測定サンプルは、セルから出ている 4 本の導線と、測定装置側の 4 本 (アノード側; 白金線、カソード側; 金線) の導線を接続して電気炉の中央部分にセットしている。導線は、短絡を防ぐために穴の開いた細いセラミック管中にそれぞれ通し、4 本が短絡するのを防いでいる。試料 (電解質膜) に取り付ける電極はスクリーンプリント法により作製した。乾燥空気とメタンガスは電気炉の右から導入し、電気炉の中心に置いてあるサンプルを通過して、左から排気される。メタンと空気を送るガス供給部分は、スウェージロックを用いて、ガス漏れや爆発の危険がなく安全に混合比率を変えられるガス供給装置にしてある。電気管状炉内の温度調整は、熱電対を用いてデジタル温度コントローラで行い、試料の安定性が維持できるように温度制御した。



Fig. 1 実験装置

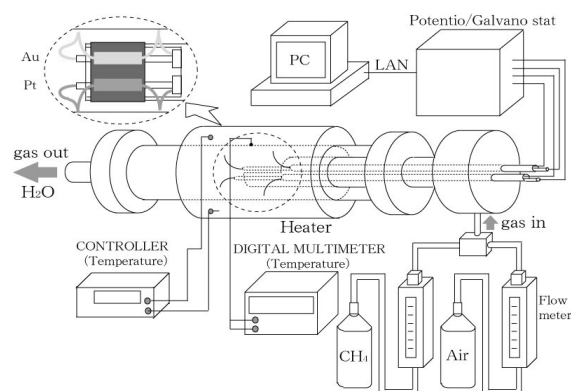
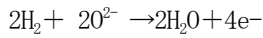
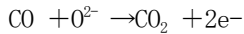
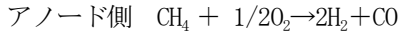


Fig. 2 発電特性評価システム

3. 単室型 SOFC の発電原理

Fig. 3 に SOFC の発電原理を示す。燃料 (CH₄) と空気を混合して供給し、アノードとカソードでの酸化還元反応



カソード側 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-}$ により電池として作動する。

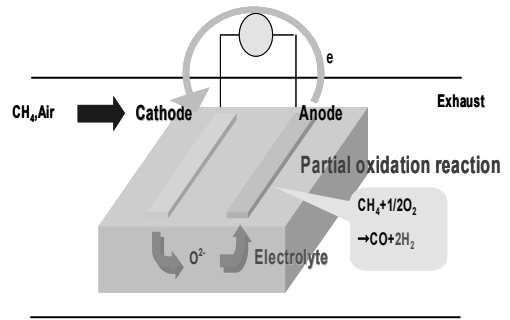


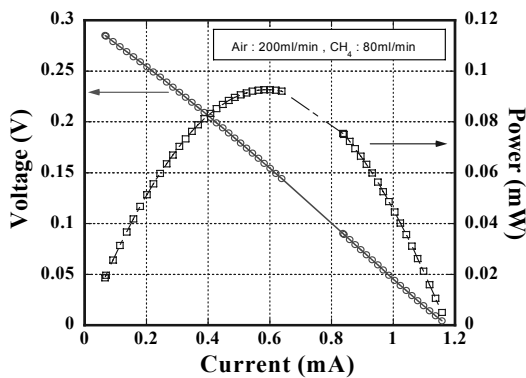
Fig. 3 SOFC の発電原理

4. 発電特性

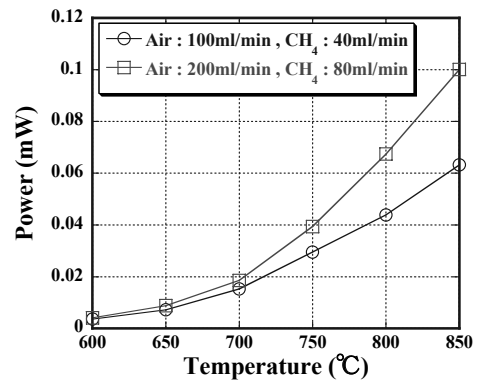
電解質として高酸素イオン伝導体

LSGMCO (La_{0.8}Sr_{0.2}Ga_{0.8}Mg_{0.15}Co_{0.05}O_{2.8}) のバルクを用いて、スクリーンプリント法でバルクの表面に Au, Pt 電極を取り付け、試験を行った。運転温度は 600°C から 50°C 刻みで 850°C まで変化させた。乾燥空気を 100 または 200ml/min 流し、その酸素に対して、それぞれ 2 倍となる 40, 80ml/min のメタンを流した。

Fig. 4 (a) に運転温度 850°C、乾燥空気 200ml/min、メタン 80ml/min での電圧電流特性測定結果を示す。一般的な電池の傾向と同じように、取り出す電流を大きくしていくと、端子電圧が直線的に低下していった。電流は最大で約 1.2mA が得られ、電圧値と電流値の積から求めた電力は、最適動作点で電力が最大となる上に凸のカーブを描く特性になった。Fig. 4 (b) に運転温度を変化した場合の、それぞれの運転温度における最大電力値を示す。運転温度が高くなるにつれて、得られる電力も大きくなった。



(a) 運転温度 850°C での測定結果



(b) 温度特性

Fig. 4 LSGMCO バルクセルでの電圧電流特性

4. まとめ

最初に、試作した簡易型特性試験装置の操作性 (試料の装着, 温度制御, ガス供給) を検討した。単セルをマイクロ化できる構造の共面型 SC-SOFC を作製し、所定動作温度で、メタンと空気の混合ガスを供給して発電を確認した。発電電力は、温度が高くなるにつれて増加したが、850°C でも 1mW/cm² 程度と小さい値であった。今回作製した装置は、SC-SOFC の評価装置として有効であり、小型で操作性にも優れている。今後は、発電効率を上げるために、電解質と電極の界面での改質反応を高めるように、基板サポートの構造の改良や電極の取り付け方法等を検討したい。

謝辞

本研究は、平成 21 年度科学研究費補助金 (奨励研究 : 課題番号 21920004) の補助を受けて実施した。